ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ РУЧНОГО ПОВЕРХНОСТНОГО МОНТАЖА (часть 2)

Окончание. Начало см. в РЭТ №3, 2000

Дмитрий Колесов

Продолжаем публикацию материалов о современных методах монтажа SMD-компонентов с использованием оборудования фирмы PACE. Из первой части статьи (РЭТ №3(6), 2000 г.) Вы узнали об использовании наконечника «мини-волна», термофена и термоимпульсного пинцета. В этой части – рассказ о монтаже BGA-компонентов с помощью конвекционной системы ThermoFlo.

ОСОБЕННОСТИ РУЧНОГО МОНТАЖА И ЗАМЕНЫ BGA-КОМПОНЕНТОВ

Если пару лет назад кое-кто сомневался в перспективах BGA-компонентов, и раздавались голоса о возможно тупиковой ветви эволюции этих корпусов, то сегодня для всех очевидно: они пришли всерьез и надолго. Только-только ремонтники и производители освоили монтаж и демонтаж PLCC и PQFP, научились пользоваться «миниволной» и термопинцетом, вдруг новость – их любимый процессор выпускается только в корпусе BGA. На последней выставке «ЭкспоЭлектроника 2000» застигнутые врасплох посетители подходили к стенду фирмы Аргус Трейдинг с одним и тем же вопросом: как ремонтировать платы с BGA-компонентами. Надеюсь, что настоящая статья успокоит широкие массы взволнованных электронщиков и ответит на вопросы: как и на чем можно качественно, надежно и недорого выполнять пайку и замену BGA-компонентов.

Принципиальным технологическим отличием BGA-компонентов от всех других является то обстоятельство, что выводы микросхемы, представляющие собой контактные площадки с шариками припоя, расположены с нижней стороны подложки корпуса и, таким образом, недоступны для непосредственного теплового контакта с паяльником, феном или другим термоинструментом. Кроме того, шариковые выводы расположены в несколько рядов с разным удалением от края корпуса, что не позволяет их равномерно нагреть, используя струю горячего воздуха, направленную под корпус. Таким образом, остается единственный способ пайки: сквозной прогрев через корпус. Разумеется, эти особенности имеют значение только для задач, связанных с индивидуальным монтажом при ремонте или опытном производстве, так как в случае серийной пайки в промышленных печах одновременному нагреву подвергается все изделие во всем объеме, и доступ к выводам не играет никакой роли.

Те, кто знаком с работой конвекционной печи, знают, что нагрев до температуры пайки в ней происходит по определенному закону (термопрофилю) с последовательной отработкой нескольких характерных зон. Вначале выполняется предварительный подогрев (обычно до 150°С) до полного выравнивания температуры во всем объеме компонента, затем – зона активации флюса (около 180°С) и только после этого идет зона пайки до 230°С с последующим охлаждением. Такой поэтапный нагрев обеспечивает одинаковые условия пайки для всех выводов и оптимальные условия для работы флюса. Кроме того, в зоне пайки, благодаря предварительному подогреву, снижается разброс температур между верхней частью корпуса и подложкой, что особенно важно в случае прогрева через корпус.

Отработка термопрофиля является абсолютно необходимой для BGA-компонентов не только при пайке в печи всего модуля, но и при установке или замене отдельного компонента с помощью ручных термоинструментов. Производители BGA-компонентов разрешают их пайку только по термопрофилю.

Простые решения, такие, как паяльник или фен, для этой задачи не подходят. Если, например, воспользоваться феном, работающим с постоянной температурой, то для нагрева шариковых выводов через корпус до 210°С температура воздушной струи должна быть не менее 300...350°С. При более низкой температуре воздуха процесс пайки будет идти слишком долго, что вызовет образование интерметаллического слоя между медью и припоем вследствие диффузии. Напомню, что образующиеся при этом компаундные соединения снижают прочность пайки и ухудшают электропроводность. Кроме того, при затягивании процесса непредсказуем результат работы флюса, что может привести к его преждевременному окислению. Очевидно, что сквозной прогрев через корпус воздухом с температурой 300...350°С без предварительного подогрева может вызвать перегрев верхней части корпуса.

Аналогичная проблема возникает при использовании инфракрасного излучателя, если при этом не отрабатывается термопрофиль.

Правильный режим пайки BGA-компонентов обеспечивают паяльные устройства, работающие подобно печам, но локально, т.е. для одного компонента. Рассмотрим работу такого устройства на примере конвекционной системы ThermoFlo фирмы PACE (рис. 1).

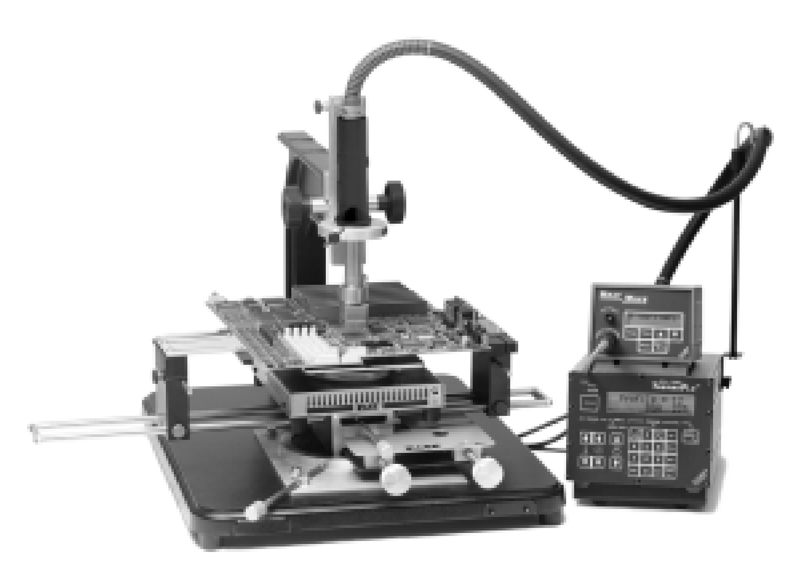


Рис. 1. Конвекционная паяльная система ThermoFlo

Задания режима нагрева

Форма термопрофиля дается в паспорте компонента, ее также можно найти на сайте фирмы-изготовителя в Интернете (рис. 2). Для каждой зоны нагрева вводятся три параметра: время, температура и давление. В памяти ThermoFlo могут храниться 80 термопрофилей.

Подготовка печатной платы

BGA-компоненты в пластиковом корпусе поставляются с шариками из эвтектического припоя 63Sn/37Pb, которого достаточно для образования качественного соединения без паяльной пасты. Таким образом, для пластиковых корпусов требуется только флюсование контактных площадок. При этом рекомендуется использовать флюс, не требующий смывки, так как его последующее удаление затрудняется ограниченностью доступа к выводам.

Несколько сложнее дело обстоит с керамическими корпусами, шарики которых выполнены из тугоплавкого припоя 90Pb/10Sn. Такой шарик при пайке не расплавляется, выполняя лишь роль опоры для компонента. В этом случае необходимо с помощью трафарета или дозатора нанести на печатную плату паяльную пасту с эвтектическим припоем, который обеспечит соединение шариков с контактными площадками платы.

Позиционирование и пайка

Несмотря на экзотический внешний вид, BGA-компоненты являются очень технологичными. Это обусловлено их способностью к самопозиционированию за счет сил поверхностного натяжения во время расплавления шариков. В связи с этим, нет необходимости сверхточной установки компонента перед пайкой. Вполне достаточно сориентировать корпус по реперным знакам или шелкографическому контуру, обычно нанесенному на плату, содержащую BGA. Все неточности установки будут устранены силами поверхностного натяжения, когда корпус начнет свободно «плавать» на расплавленных шариках. Если на плате отсутствуют какие-либо ориентиры, используется центрирующая рамка, представляющая собой прямоугольную металлическую пластинку с отверстием посередине (рис. 3). Если ее совместить с компонентом, то ее внешний контур будет соответствовать контуру компонента, а вырез будет описывать контур крайних шариков.

Техника позиционирования следующая: центрирующая рамка помещается на плату таким образом, чтобы ее внутренний контур лег по периметру поля контактных площадок; компонент вставляется в сопло конвекционной системы ThermoFlo и удерживается вакуумной присоской, расположенной внутри сопла. Затем сопло вместе с компонентом опускается почти до уровня печатной платы. С помощью прецизионного координатного столика плата перемещается в горизонтальной плоскости до точного совмещения внешнего контура рамки и компонента. После выполнения совмещения компонент отводится вверх, а рамка удаляется.

Спозиционированный компонент вновь опускается на плату, вакуумная присоска выключается и отводится, сопло устанавливается над компонентом с небольшим зазором для обеспечения «свободного плавания». Запускается цикл нагрева. Система начинает отрабатывать термопрофиль. Горячий воздух подается в сопло с минимальны давлением, необходимым только для поддержания над компонентом нужной температуры, исключая тем самым воздействие на компонент и растекание по плате. Для обеспечения равномерного нагрева компонента воздух распределяется по его поверхности особым образом благодаря внутренним перегородкам сопла и вытесняется вверх через специальные прорези. После завершения цикла пайки система дает сигнал готовности, а в случае, если выполняется демонтаж, автоматически включается вакуумный захват.

Как видите, при помощи ThermoFlo монтаж и демонтаж BGA-компонентов не вызывает никаких проблем и не требует специальных навыков оператора. Правда, если

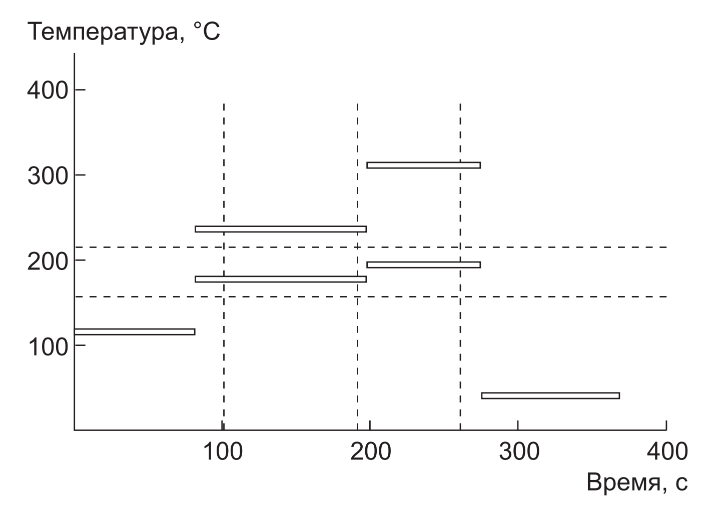


Рис. 2. Термопрофиль для BGA-492 (с сайта www.developer.intel.com/). Выше – температура воздуха в каждой зоне, ниже – температура компонента

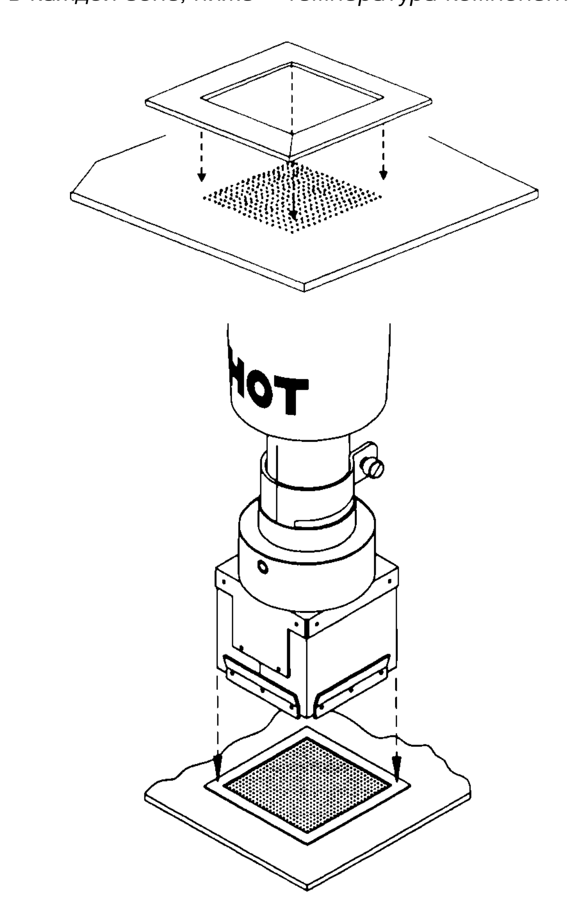


Рис 3. Совмещение BGA-компонента с платой с помощью рамки

быть полностью корректным, следует отметить, что все сказанное о самопозиционировании компонентов относится к пластиковым корпусам. Керамические BGA–компоненты не «плавают», т.к. их шарики не плавятся в процессе пайки. Вышеприведенный метод работает и в случае с керамическими корпусами, но результат будет зависеть от точности нанесения ориентирующих знаков на плате. Как правило, для ремонтных целей этого достаточно, а для серийной установки керамических BGA дополнительно потребуется система видеосовмещения.

Контроль качества

Единственным стопроцентным методом контроля пайки BGA пока остается рентгеноскопия. Оборудование это дорогое и опасное, так что применяется только в крупносерийном производстве. Система ThermoFlo решает проблему контроля качества пайки за счет полной повторяемости процесса. Таким образом, «обкатав» однажды термопрофиль и получив положительный результат, проверенный на функциональном контроле изделия, этот результат будет повторяться после каждой пайки благодаря точному воспроизведению режимов.

Восстановление шариковых выводов

Если Вы хотите повторно использовать демонтированный компонент, Вам потребуется восстановить шариковые выводы, которые при демонтаже превратились в бесформенные капельки припоя, подлежащие обязательному удалению с помощью вакуумного паяльника или оплетки. Для восстановления шариков наибольшее распространение получили два метода. Первый подразумевает использование трафаретов, через которые на компонент наносятся либо новые калиброванные шарики, либо паяльная паста. Второй метод основан на использовании одноразовых матриц из водосмываемой бумаги, в которую помещены ряды шариков с нужным шагом. И в том, и в другом случае после совмещения с корпусом шарики подлежат оплавлению для соединения с контактными площадками компонента. Это может быть выполнено на установке ThermoFlo по специальному термопрофилю «reballing», который также дается производителями компонентов специально для операции восстановления шариков.

При пайке BGA–компонентов на толстые многослойные платы в системе ThermoFlo предусмотрен нижний подогрев платы с помощью конвекционного подогревателя HS–200. Это устройство является автономным, но может управляться от ThermoFlo одновременно с отработкой термопрофиля. HS–200 подогревает плату с безопасной для керамики скоростью и затем поддерживает температуру платы на заданном уровне.

Кроме пайки BGA, система ThermoFlo может быть использована для демонтажа любых других поверхностных компонентов. Для этого существует широкий выбор сопел для всех BGA–, PLCC–, QFP–, TSOP–, SOIC– и CHIP–компонентов. В этом случае компоненты сохраняют работоспособность, так как при демонтаже они подвергаются такому же безопасному нагреву с отработкой термопрофиля, какому они уже подвергались при их серийном монтаже в паяльных печах.

*Информация предоставлена **ЗАО Аргус Трейдинг Лимитед**, Тел. (095) 945–2780, e–mail: info@argus–x.com, сайт http://www.argus–x.com, дискуссия по проблемам поверхностного монтажа http://www.smt.ru*